

# 三维绘图软件Voxler在水质分析数据处理中的应用

张景华<sup>1</sup>,邵景力<sup>1</sup>,崔亚莉<sup>1</sup>,张世辉<sup>2</sup>

(1.中国地质大学 水资源与环境学院,北京 100083;2.华北电力大学 数理学院,河北 保定 071003)

**摘要:**使用Voxler三维数据成图软件对大量的水质监测数据进行处理,形象地展示了化学物浓度等要素的空间分布情况,分析了污染物的扩散规律。此项技术为水质分析与研究工作提供了可视化的科学依据。

**关键词:**Voxler;三维可视化;数据处理;水质分析

中图分类号:P333 文献标识码:A 文章编号:1672-9900(2011)03-0032-03

## Applications of Three-dimensional Drawing Software Voxler in the Data Processing of Water Quality Analysis

ZHANG Jing-hua<sup>1</sup>,SHAO Jing-li<sup>1</sup>,CUI Ya-li<sup>1</sup>,ZHANG Shi-hui<sup>2</sup>

(1.College of Resources and Environmental, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. College of Mathematics and Physics, North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

**Abstract:** Using of three-dimensional drawing software Voxler to process a large number of measured data of water quality, displaying the image of the concentration of chemical elements and analysing the discipline of pollutant dispersion in space. The technique provides a visual scientific foundation for the water quality research.

**Key words:** Voxler ; three-dimensional visualization; data processing; water quality analysis

在水资源(地表水或地下水)的水质监测工作中一般会得到大量的实测数据。水质数据的普遍特点是数据量较大、种类复杂,因此如何在大量繁杂无章的数据中发现水质粒子的分布和迁移规律、如何更好地处理并展示数据结果,是水质评价、决策分析、采取防污措施等一系列相关工作的重要环节。

水质分析数据处理的传统方法是利用微软公司推出的办公软件Excel进行数据的分析与管理,通过在Excel表格里建立数据模板,调用函数或公式进行数据的对比、汇总、运算、绘图等操作<sup>[1]</sup>。Excel表格处理法一般适用于数据量较少的情况,其绘图效果欠佳。专业的水化学分析绘图软件以美国ESRI公司开发的Aquachem及Golden Software公司开发的Surfer、Grapher等软件为主。Aquachem可以对二维水质数据进行数值分析、数据统计及生成相关报表,最终生成piper图、饼图、Stiff图、X-Y散点图等。Surfer<sup>[2]</sup>和Grapher也同样是二维数据处理软件,均可以表示水化学离子的浓度分布等。它们的共同缺点是只能存储二维数据,生成的结果分析图也只限于平面,对于三维空间上水质数据的处理显得力不从心。

随着计算机图形技术的发展,水质监测或水化学实验的相关数据处理开始面向三维化、可视化。常见的三维可视化软件如GOCAD、Inventor等,因操作复杂、成图缓慢等原因造成了在应用方面的局限性。针对上述局限性本文将三维数据处理软件Voxler应用于水质分析的数据处理中,并取得了较好效果。与其他绘图软件相比,该软件以界面友好、成图快捷、三维可视著称<sup>[3]</sup>;其强大的绘图与可视功能可以应用于水质数据

的展示、处理、分析、成图等方面,在水质数据处理与水质评价工作中发挥了独特优势。

## 1 Voxler简介

鉴于目前Voxler在国内水质分析领域中的应用仍为空白且业内人士对Voxler的使用较少,需对该软件的基本功能和主要模块做出介绍。

### 1.1 基本功能

Voxler 1.0是Golden Software公司推出的三维可视化科学制图软件。Voxler是该公司之前推出的在地质、水利、气象等行业中广泛应用的等值线绘制软件Surfer的姊妹篇,是Surfer在三维空间领域的进一步拓展与应用。

Voxler<sup>[3]</sup>界面友好、简单易学,主要功能面向体积渲染和三维数据展示。该软件继承了Surfer的等值线基本绘制功能,还能展示流线图、矢量图、等值线图、等值面图、图像切面图、正射影像图、散点分布图、体积渲染图等。Voxler能够根据实测数据真实地展示三维图像,图像能够随着鼠标旋转以任何角度显示;其精确的数据分析与形象的图形展示功能可以应用到水质数据的处理和分析中。

### 1.2 识别数据类型

Voxler对数据的兼容性良好,支持多种散点数据文件(文

[收稿日期]2011-03-26

[作者简介]张景华(1987—),女(汉族),河北保定人,硕士,主要从事水资源管理与评价研究(Tel)15210837827。

件类型可以是txt、xls、dat、csv等),实现了数据的快捷导入。散点数据文件中包括多个三维位置点,每个位置点对应一个数据值;数据按行存储,每一行有4列,分别表示三维坐标点 $p(x, y, z)$ 和坐标点处的属性值 $f(x, y, z)$ 。

### 1.3 主要模块

Voxler的模块库中包括4个功能模块:示例模块,即该软件自带的教学绘图范例,作为绘图时辅助参考;通用模块,用来设置软件界面的显示属性,如自定义示意图的背景颜色、亮度等;计算模块,用来实现对数据源的筛选、网格化插值等计算功能;图形输出模块,用来生成三维效果图,以图形的方式展示原始数据。在实际绘图中主要应用的是Computational(计算模块)和Graphics Output(图形输出模块),在表1及表2中分别列举了这两种模块的主要功能。

表1 计算模块主要功能

计算模块	功能描述
Gradder(网格化)	由分布不均匀的散点数据生成分布均匀的三维网格数据矩阵
ChangeType(类型转化)	对原始数据的类型进行转换,以节省存储空间
ExclusionFilter(数据排除)	将数据值精度较低或研究区范围之外的原始数据过滤掉
Slice(切面)	在三维网格上做切面,产生一个二维网格数据阵

表2 图形输出模块主要功能

图形输出模块	功能描述
ScatterPlot(散点图)	根据导入的原始数据的XYZ值,生成散点位置空间分布图
Contours(等值线)	在二维Slice切面上生成等值线图
Isosurface(等值面)	将相同等值点连接成面,绘制三维等值面图
OrthoImage(正射影像图)	在三个正方向(XY、XZ和YZ面)上绘制等值面影像图
ObliqueImage(斜射影像图)	在任意方向上绘制等值面影像图
VolRender(体积渲染图)	在三维空间内进行颜色填充,不同的颜色代表不同数值

所有的模块均是通过Network管理网络(见图1)统一进行数据管理和数据连接的。Network管理网络也称“数据流”模型。

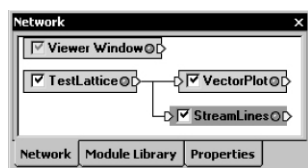


图1 Network管理网络

## 2 Voxler在水质分析中的应用

本实例利用Voxler处理水质监测数据并进行了相关的水质分析和评价。软件生成的三维图形清晰地展示了水质粒子或污染物质的空间分布状况与扩散范围,充分体现了Voxler强大的数据处理功能和图形智能分析功能。

### 2.1 实例概述

某地区由于化工厂的污水排放,大量含有氯化物的污水

流入该地区的水域中,并通过水量交换,影响到了整个水系。为了监测该区水系的氯化物含量,建立1个水质监测网,共布设10条监测垂线,每条垂线上分别设10个采样点,总共100个采样点。采样点的空间布置示意图,见图2。

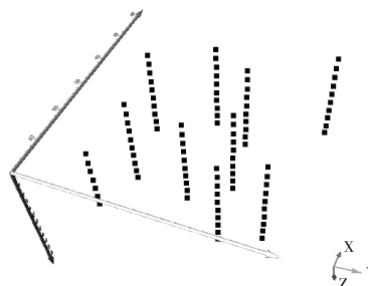


图2 采样点的空间布置示意图

### 2.2 操作流程及成果图展示

本例中利用Voxler对水质数据进行图形处理按照以下3个步骤:数据输入、数据处理、数据输出。操作流程见图3。

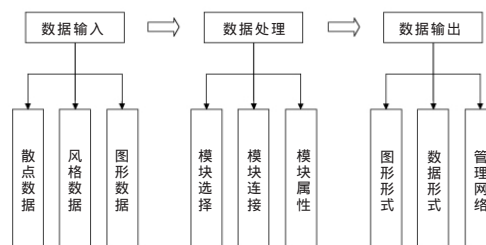


图3 实例操作流程图

#### 2.2.1 数据输入

数据输入即导入Voxler识别的数据文件,这是三维成图的第1步。Voxler识别多种数据类型,在本例中使用的文件类型为Excel文件。

首先需要准备水质监测数据,将10条监测线上各采样点的浓度数据进行整理并保存为Voxler识别的数据格式(Excel文件)。然后运行File→Lodedata,将整理好的数据文件导入Network管理网络窗口。数据文件位于管理网络的最高层,作为绘图的基础和依据。

#### 2.2.2 数据处理

数据导入后需要对数据进行计算处理。对导入的三维数据进行处理是图形绘制的关键和核心。

在本例中调用Computational(计算模块)中的Griddler(网格化模型)进行数据处理,即对导入数据进行网格化插值计算。网格化的目的是对原始数据进行插补,由空间分布不均匀的离散数据生成空间分布规则的三维网格状数据矩阵。所有的三维图形均是基于网格数据矩阵生成的,因此对原始数据进行网格化插值计算是精确制图的关键。

数据处理包括3个操作内容:选择计算模块、模块数据连接、设置模块显示属性。首先运行Create→Computational→Griddler在Network管理网络窗口添加Griddler模型,将其与上一步导入的水质数据进行连接。对Griddler模型进行属性设置,如选择合适的插值方法(本例使用的是克里格插值)、指定网格数据节点的数量。

### 2.2.3 数据输出

数据输出的实质是基于原始数据的三维图形展示。在本例中通过调用Graphics Output(图形输出模块)中的Isosurface(等值面)、Contour(等值线)、OrthoImage(正射影像图)和VolRender(体积渲染图)子模型,对水质数据进行图形绘制。

#### 2.2.3.1 绘制浓度等值面图

等值面可以清晰地反映出具有相同属性值的粒子在三维空间的整体特征。相同数值的点连接成的面即为等值面。

本例中以Gridder模型生成的网格数据为数据源,在Network管理网络窗口中添加Isosurface(等值面)模型,并与Gridder模型相连接;最后设置该等值面模型的属性,在本例中将等值面的属性值设为250 mg/L。最终效果见图4。

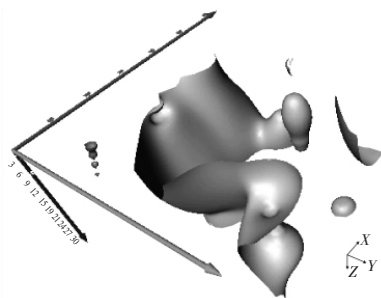


图4 浓度值为250 mg/L的等值面

图4反应了浓度值为250mg/L的氯化物在该水域范围内的整体分布特征。根据《生活饮用水卫生标准》<sup>[5]</sup>相关规定,饮用水中的氯化物不能超过250mg/L。以图中所示的等值面为界,可以判定出局部水体中氯化物的含量是否超标,定性分析出该水域的水质污染状况。

#### 2.2.3.2 绘制三向切面正射影像图

正射影像图反映的是在某一投影平面上的数据属性值的变化特征。在本例中分别选取XY平面、XZ平面及YZ平面,在此三向切面上分别做氯化物的浓度分布影像图。

以Gridder模型生成的网格数据为数据源,在Network管理网络窗口中依次添加3个方向的OrthoImage(正射影像图)模型,并分别与Gridder模型相连接。最后设置影像图的属性,如颜色等级、颜色比例尺的显示。最终效果如图5所示:切面影像图可以清晰直观地反映出沿着水体不同深度、宽度和长度的氯化物浓度分布特征。切面方向和位置可以任意选取。

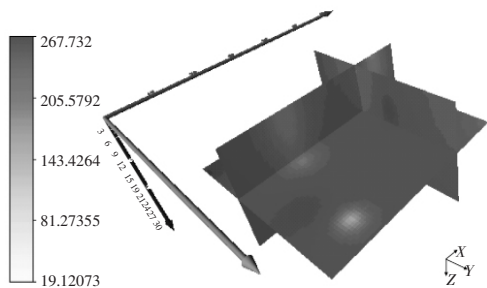


图5 三向切面上的浓度影像图

#### 2.2.3.3 绘制体积渲染图

体积渲染图指根据数据属性值的差异性对三维空间体积进行颜色渲染,不同数值区间的体积范围被填充为不同的颜色。

本例中绘制体积渲染图同样是以Gridder模型生成的网格数据

为数据源,通过调用Graphics Output(图形输出模块)中的VolRender(体积填充图)模型来实现。最终效果如图6所示:体积渲染图展示了一定区域范围内氯化物浓度的三维空间分布特征。

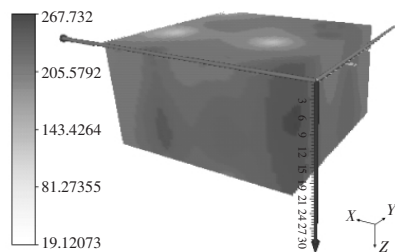


图6 浓度的体积渲染图

分析该图形可得到以下结论:

(1)左边颜色图例反映了氯化物浓度值的范围,颜色越深代表污染物的含量越高。由颜色图例可以看出,很多水域中氯化物的含量高于250mg/L,由于我国关于生活饮用水的卫生规定为氯化物浓度不能超过250mg/L<sup>[5]</sup>,所以该水域中很多水体不符合饮用标准。

(2)右边体积渲染图具有在三维空间中颜色渐变的现象,实质反映了溶质在不同流向、流速等因素影响下的扩散作用。可借此判断污染物的层状扩散规律并推断未知水体范围的污染物的扩散趋势。

(3)右边体积渲染图中有两个位置点的颜色最深,说明氯化物浓度最高。可借此初步判断出该水域的污染源类型为点污染源,污染源的具体位置分别位于三维空间坐标点 $p_1(10, 12, 12)$ 和 $p_2(16, 40, 24)$ 两处。

## 3 结语

Voxler强大的数据处理功能、三维图形绘制功能、图形分析功能,在水质监测数据处理及水质分析评价工作中发挥了独特优势。其生成的散点图、等值面图、切面影像图、体积渲染图等众多图像能够真实地在三维空间内展现水质采样点的空间布设位置、水化学粒子的浓度空间分布特征、水化学粒子的浓度值随水体不同深度、宽度、长度的变化规律及污染物在整个水域的运移扩散趋势等。该软件以体积渲染图为主要应用手段,通过分析体积渲染图,可以较容易判断出污染源或污染较严重水域的地理位置,为进一步采取有效措施(如在水域污染严重点采取水质集中处理等措施)提供科学的可视化依据。

Voxler为处理和分析大量的水质数据提供了捷径,这一优势是其他数据处理软件难以比拟的。此技术简化了数据的处理过程、成图快捷直观,在辅助工作人员做出正确的水质分析评价并采取有效的防污控制措施等方面起到了重要作用。

#### 参考文献

- [1]李婧,邓朝祥.Excel在水质监测数据处理中的应用[J].分析测试技术与仪器,2005,11(2):128-132.
- [2]朱庆俊,李凤哲.SURFER软件在地球物理资料处理中的应用[J].物探与化探,2007,31(3):254-256.
- [3]刘慧鹏,李文尧.Voxler在EH4数据资料成图中的应用[J].云南地质,2010,29(1):98-101.
- [4]GB 5749—2006,生活饮用水卫生标准[S].